

# GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO MONITORAMENTO AMBIENTAL, TEXTO: ANÁLISE QUANTITATIVA DE PARÂMETROS BIOFÍSICOS DE BACIA HIDROGRÁFICA OBTIDOS POR SENSORIAMENTO REMOTO

## Geoprocessing applied to environmental monitoring, text: quantitative analysis of basin biophysical parameters obtained by remote sensing

FERREIRA, Evaldo de Melo <sup>1</sup>

Recebido em 03 de julho de 2013; recebido para revisão em 03 de outubro de 2013; aceito em 06 de outubro de 2013; disponível on-line em 07 de novembro de 2013.



### PALAVRAS CHAVES:

*Recursos hídricos;  
Técnicas do  
geoprocessamento;  
Planejamento ambiental;*

### KEYWORDS:

*Hydric resources;  
Geoprocessing  
techniques;  
Environmental planning*

**RESUMO:** O sensoriamento remoto é uma das ferramentas aliadas do monitoramento ambiental, onde por meio de imagens de satélite, as queimadas, áreas de risco e, também, unidades de conservação podem ser acompanhadas. O Geoprocessamento é uma ciência que quando utilizada, torna-se útil para gestores e pesquisadores que estudam o planejamento ambiental. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o estado da arte da ciência relacionada à Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Diversos artigos científicos foram consultados, sendo o foco principal, o trabalho "Análise quantitativa de parâmetros biofísicos de bacia hidrográfica obtidos por sensoriamento remoto" de autoria de OLIVEIRA *et al.* (2012). Nessa investigação técnico-científica, foram avaliados quantitativamente os parâmetros biofísicos – albedo, *Enhanced Vegetation Index (EVI)*, e *Tsup*-Temperatura superficial, por meio de técnicas de sensoriamento remoto orbital, para a área de abrangência da Bacia do Rio Tapacurá, PE. Os autores utilizaram como método, as imagens do Landsat 5, essas foram registradas pela correção geométrica polinomial de primeira ordem. Foram realizadas as etapas de calibração radiométrica, reflectância, albedo planetário e transmissividade e, subsequentemente, geraram-se cartas temáticas de albedo e de temperatura da superfície, e do índice de vegetação melhorado ("enhanced vegetation index", EVI). Os autores nos dizem que o albedo da superfície apresentou valores médios crescentes entre as imagens obtidas em 1989 e 2005, o que indica expansão territorial urbana.

**ABSTRACT:** Remote sensing is one of the tools allied environmental monitoring, where by means of satellite images, fires, hazardous areas, and also protected areas can be monitored. The GIS is a science that when used, it is useful to managers and researchers studying environmental planning. The objective of this study was to evaluate the state of the art of science related to GIS and Remote Sensing. Several papers have been consulted, being the main focus, the paper "Quantitative analysis of biophysical parameters of watershed obtained by remote sensing", published by OLIVEIRA *et al.* (2012). In this technical and scientific research, were evaluated quantitatively biophysical parameters - albedo, *Enhanced Vegetation Index (EVI)*, and *TSHA*-surface temperature by means of remote sensing techniques for the catchment area of the River Basin Tapacurá, PE. The authors used as a method, a Landsat 5, these were recorded for the geometric correction of the first order polynomial. Were performed, radiometric calibration, reflectance, planetary albedo and transmissivity and subsequently were generated thematic maps of albedo and surface temperature, and the enhanced vegetation index ("enhanced vegetation index", EVI). The authors tell us that the surface albedo showed values increasing between images acquired in 1989 and 2005, which indicates urban territorial expansion.

\* Contato com o autor:

<sup>1</sup> e-mail : [evaldodemeloferreira@gmail.com](mailto:evaldodemeloferreira@gmail.com) ( E. M. Ferreira)

Graduado em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG)  
Mestrando em Agronomia (Solo e Água, UFG) e Pós-Graduado em Planejamento e Gestão Ambiental (UFG).

## 1. INTRODUÇÃO

O conjunto de ciências, tecnologias, e técnicas do Geoprocessamento, são utilizadas no monitoramento ambiental no Brasil e em outros países. Determinadas áreas são constantemente submetidas a pressões antrópicas, onde se observa a substituição de paisagens naturais por outros tipos de ocupação do solo (Reis *et al.*, 2012), podendo estes serem percebidos e simulados por meio do sensoriamento remoto.

As perspectivas socioeconômicas de determinada população são seguidas de obras e ocupação da terra, por vezes com planejamento inadequado, ou mesmo sem planejamento (Rodrigues & Pinheiro, 2011), causando perda considerável das diversidades vegetal e também animal (Cunha *et al.*, 2011). A investigação técnico-científica: “Análise quantitativa de parâmetros biofísicos de bacia hidrográfica obtidos por sensoriamento remoto”, publicado por Oliveira *et al.* (2012), possui como justificativa para realização, a necessidade de quantificar os parâmetros biofísicos da área abrangida pela Bacia Hidrográfica do Rio Tapacurá, e também identificar as transformações no uso e ocupação do solo.

O Rio Tapacurá é responsável por mais de 25% da água consumida na região metropolitana do Recife (Oliveira *et al.*, 2012). Este teve como objetivo principal avaliar quantitativamente os parâmetros biofísicos – albedo, *Enhanced Vegetation Index* (EVI), e Tsup – Temperatura superficial, por meio de técnicas de sensoriamento remoto orbital, para a área de abrangência da Bacia do Rio Tapacurá, PE.

### 1.1. GEOPROCESSAMENTO, SENSORIAMENTO REMOTO E APLICABILIDADES

O Geoprocessamento é um conjunto de ciências, tecnologias e técnicas, a ser utilizado no monitoramento de diversas características/mudanças ambientais. É uma ferramenta capaz não só de armazenar, quantificar e manipular dados georreferenciados, como também cruzar esses dados e tratá-los estatisticamente (Fujaco *et al.*, 2010).

As imagens provenientes do sensoriamento remoto, um dos componentes do geoprocessamento, têm uma participação valiosa nos estudos acadêmicos geográficos, pois são criadas por meio do espaço, campo de interesse de profissionais de distintas áreas do conhecimento (Cazzeta, 2009). O sensoriamento remoto tem se mostrado um instrumento de grande utilidade

para o monitoramento de grandes áreas, a fim de verificar a observância à legislação ambiental (Mascarenhas *et al.*, 2009).

Monitorar parâmetros ambientais pode ser relevante em vários domínios, como na saúde humana, na redução de poluição no ambiente ou na preservação de produtos perecíveis (Oprea *et al.*, 2012). De acordo com Jacques (*et al.*, 2012): “O uso de imagens feitas com sensoriamento remoto promove o avanço no conhecimento relativo à metodologia de processamento de dados aplicados nas geociências”.

Segundo Leite e Brito (2012, p. 116):

*Com o desenvolvimento das tecnologias de informação, principalmente as geotecnologias, como a cartografia digital, o sensoriamento remoto, o sistema de posicionamento global, a topografia por radar e o sistema de informação geográfica, um grande avanço no modelo de monitoramento e gerência dos ambientes naturais do planeta foi evidenciado.*

Estudos têm utilizado os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para elucidar a história geológica de uma área de estudo, bem como para fornecer subsídios para enfrentamento de questões ligadas à suscetibilidade à erosão acelerada (Sallun & Suguio, 2009). A caracterização morfométrica de bacias de rios pode ser feita manualmente ou com a integração de informações do relevo em SIG (Guedes & Silva, 2012).

Segundo Oliveira (*et al.*, 2012): “o monitoramento de parâmetros biofísicos de uma bacia hidrográfica pode ajudar a estabelecer condições de uso e ocupação sustentáveis”. A adoção do SIG permite a delimitação automática de áreas de preservação permanente, produzindo informações acuradas sobre as suas dimensões e distribuição espacial na paisagem (Soares *et al.*, 2011).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2012) possui ações de monitoramento ambiental como: Amazônia (INPE), Amazônia (ALOS), Bacia do Rio São Francisco e também Biomas Brasileiros (PMDBBS). O Programa *China-Brazil Earth Resources Satellite* (CBERS) foi desenvolvido para construção de importantes satélites. O CBERS vem sendo aplicado nos projetos CANASAT, DETER, GEOMA, PRODES, Projeto Educa SeRe, SOS Mata Atlântica e Zoneamento Ecológico-Econômico no Brasil (INPE, 2011).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho “Análise quantitativa de

parâmetros biofísicos de bacia hidrográfica obtidos por sensoriamento remoto”, utilizou de imagens do TM-Landsat 5 de 10 de julho de 1989, 6 de julho de 2005 e 29 de agosto de 2007. Segundo a National Aeronautics and Space Administration (NASA, 2013): “O Programa Landsat é uma série de missões de satélite para observação da Terra, geridas em conjunto pela NASA e pelo Serviço Geológico dos EUA”.

As imagens utilizadas foram registradas pela correção geométrica polinomial de primeira ordem. Os pesquisadores realizaram as etapas de calibração radiométrica, reflectância, albedo planetário e transmissividade, gerando cartas temáticas de albedo, temperatura da superfície, e do índice de vegetação melhorado (EVI). A área de estudo compreendeu a Bacia Hidrográfica do Rio Tapacurá, sub-bacia do Rio Capibaribe, PE, integrante da Rede de Hidrologia do Semiárido (REHISA), com área de drenagem de 470,50 km<sup>2</sup>.

Foram adquiridas junto ao INPE, três imagens do mapeador temático do satélite Landsat 5, órbita 214 e ponto 66, referentes a 10 de julho de 1989, 6 de julho de 2005 e 29 de agosto de 2007. Essas imagens foram empilhadas, banda a banda e, em seguida, registradas pela correção geométrica polinomial de primeira ordem, com seis pontos de controle e erro inferior a um pixel.

O modelo digital de elevação (MDE) das cenas SB25YC e SB25VA foi utilizado na geração do mapa de altitude e reamostrado para 30 x 30 m, de modo a

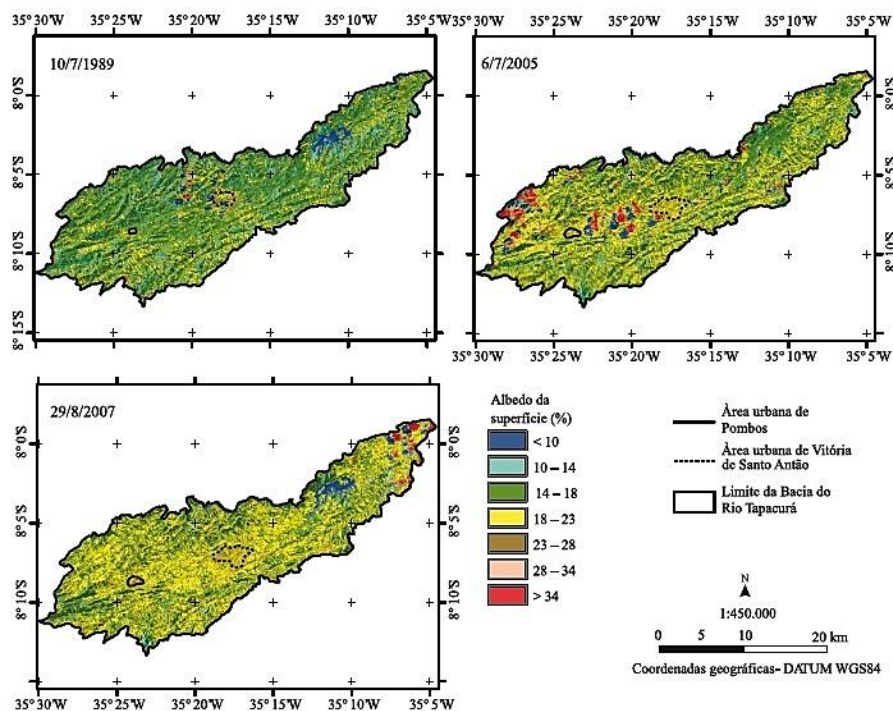
propiciar estimativa da pressão atmosférica em cada pixel. As variáveis biofísicas – albedo, temperatura da superfície e EVI – foram obtidas em várias etapas, que se iniciaram pela calibração radiométrica, ou seja, pela transformação do nível de cinza de cada pixel em radiância espectral ( $L\lambda$ ).

As bandas reflectivas empregadas no cômputo do EVI foram corrigidas atmosféricamente, conforme os procedimentos do Metric. Os dados de precipitação e temperatura do ar da Bacia do Rio Tapacurá foram obtidos no Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP).

Para o ano de 1989, os dados corresponderam à estação convencional, o horário sinóptico das 12 h (tempo médio de Greenwich) correspondente ao horário local de 9 h, portanto, próximo ao horário de passagem do Landsat 5. Foi feita uma junção da PCD da cidade de Palmares – pertencente à mesma região de desenvolvimento (Mata Sul) – a microrregiões vizinhas (Vitória de Santo Antão e Mata Meridional Pernambucana) com faixa de variação da temperatura do ar média anual. Para o ano de 2007, os dados corresponderam à PCD existente e em operação.

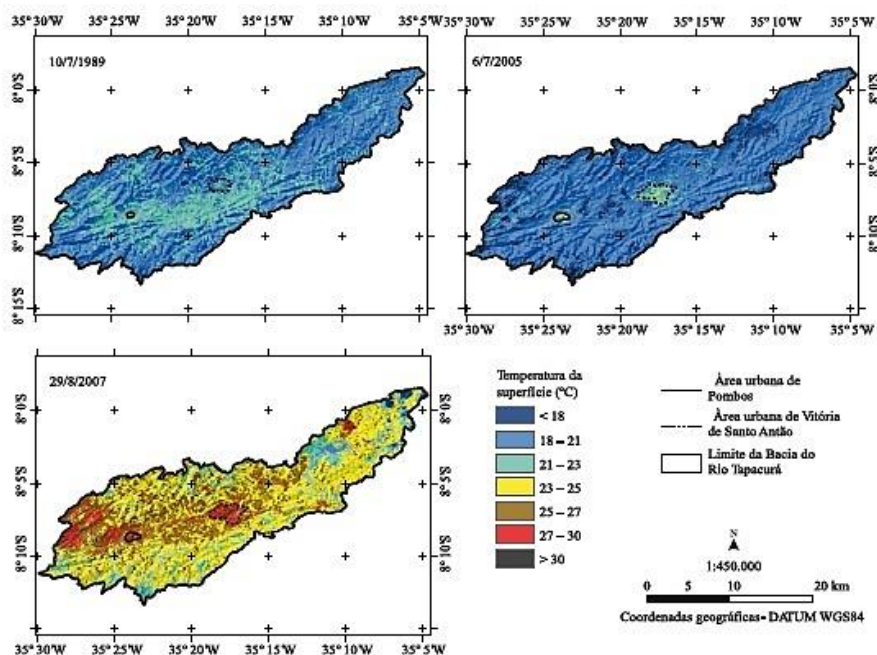
### 3. RESULTADOS

Utilizou-se uma imagem de referência ortorretificada. Assim, foram geradas cartas temáticas de albedo da superfície, EVI e temperatura da superfície (Figuras 1 e 2).



**Figura 1.** Distribuição espacial do albedo da superfície, estimada por meio da banda TM-Landsat 5, em 10 de julho de 1989, 6 de julho de 2005 e 29 de agosto de 2007, na região da Bacia do Rio Tapacurá, PE.

**Fonte:** Adaptado de Oliveira *et al.* (2012).



**Figura 2.** Distribuição espacial da temperatura da superfície, estimada por meio da banda TM-Landsat 5, em 10 de julho de 1989, 6 de julho de 2005 e 29 de agosto de 2007, na região da Bacia do Rio Tapacurá, PE.

**Fonte:** Adaptado de Oliveira *et al.* (2012).

A variação espaço-temporal do albedo da superfície na Bacia do Rio Tapacurá, nas datas de 10 de julho de 1989, 6 de julho de 2005 e 29 de agosto de 2007, indicou pequenas áreas com albedo maior que 34% (nuvens), seguidas imediatamente de áreas com albedo menor que 10% (sombra das nuvens). Houve aumento gradativo do albedo, principalmente nas áreas urbanas da área de estudo, onde o albedo extrapolou de uma faixa de 14–18% (1989) para 23–28% (2005 e 2007).

O aumento está relacionado à expansão territorial urbana dos municípios que integram os limites da bacia, detectada mais nitidamente de 1989 para 2005. As precipitações também podem afetar os valores do albedo, pois promovem redução da radiação refletida pelo solo e no caso da Caatinga, aumentam o índice de área foliar da vegetação após um evento chuvoso.

Na tabela a seguir (Tabela 1), Oliveira (*et al.*, 2012) apresentam a distribuição percentual das classes de albedo da superfície, temperatura da superfície e do EVI na Bacia do Rio Tapacurá, PE, com respectivos valores estatísticos, e valores de precipitação (mm) de junho até a data da imagem e nos 10 dias anteriores à imagem.

Relativo à distribuição do pixel que determina as classes do albedo, pode-se observar que, ao longo do período analisado, a faixa do albedo de 14–18% apresentou diminuição ao longo do período investigado, enquanto a classe de 18–23% teve aumento expressivo. Os valores médios do albedo, nas imagens de 1989, 2005 e 2007, revelaram aumento entre as imagens dos anos de 1989 e 2005. Esse aumento pode ser explicado pela diminuição de áreas vegetadas, representadas pela

classe de 14–18% e aumento do albedo provocado por áreas com maior exposição dos solos, que estariam associadas à classe de maiores valores (18–23%).

O menor coeficiente de variação (CV) foi observado para a imagem obtida em 1989, o que confirmou maior homogeneidade do albedo, em detrimento do que foi observado nas imagens obtidas em 2005 e 2007, que apresentaram menor homogeneidade. Essa variação na homogeneidade entre os anos decorreu de ações antrópicas, como a multiplicidade do uso do solo e aumento da expansão territorial urbana. Houve brusca mudança de classe de  $T_{sup}$  entre 10 de julho de 1989 (18–23°C) e 29 de agosto de 2007 (23–30°C), e  $T_{sup}$  maior que 30°C nos centros urbanos das cidades de Pombos e Vitória de Santo Antão em 29 de agosto de 2007.

Essas alterações dos padrões da  $T_{sup}$  corroboraram as alterações nos padrões de albedo. Pela imagem de 6 de julho de 2005, praticamente toda a bacia hidrográfica apresentou temperatura da superfície menor que 21°C, exceto nas áreas urbanas (Pombos e Vitória de Santo Antão).

O suprimento hídrico no período favoreceu a diminuição da temperatura da superfície. Nas três imagens avaliadas, os maiores valores de  $T_{sup}$  foram encontrados dentro da malha urbana. Entre as imagens de 6 de julho de 2005 e 29 de agosto de 2007, foi bastante acentuada a contribuição percentual da distribuição do pixel na classe da  $T_{sup}$  de 18–21°C, que resulta do fator pluviometria, mas também da contribuição associada à radiação solar incidente, maior em 29 de agosto de 2007.

**Tabela 1:** Distribuição percentual das classes de albedo da superfície, temperatura da superfície e do EVI na Bacia do Rio Tapacurá, PE, com respectivos valores estatísticos, e valores de precipitação (mm) de junho até a data da imagem e nos 10 dias anteriores à imagem.

Classes	Distribuição percentual		
	10/07/1989	06/07/2005	29/08/2007
<b>Albedo (%)</b>			
< 10	3,28	3,11	2,29
10-14	15,22	7,17	3,54
14-18	60,86	44,44	43,33
18-23	18,94	37,93	45,01
23-28	0,91	3,79	4,04
28-34	0,35	0,86	0,69
> 34	0,44	2,70	1,10
Valor Médio (%)	16,1	18,8	18,5
Desvio padrão	0,035	0,098	0,058
Coefficiente de variação (%)	21,74	52,13	31,35
<b>Temperatura (°C)</b>			
< 18	0,79	9,92	0,95
18-21	72,32	86,11	1,40
21-23	26,86	3,73	15,92
23-25	0,03	0,24	49,87
25-27	0,00	0,00	24,55
27-30	0,00	0,00	7,05
> 30	0,00	0,00	0,56
Valor Médio (%)	20,49	19,14	24,39
Desvio padrão	0,770	1,313	1,899
Coefficiente de variação (%)	3,76	6,86	7,79
<b>EVI</b>			
< 0,00	1,59	2,37	1,40
0,00-0,20	2,74	3,53	3,77
0,20-0,40	6,23	11,39	16,65
0,40-0,60	40,82	34,72	62,33
0,60-0,70	30,76	23,22	13,36
0,70-0,80	14,09	20,35	2,33
> 0,80	3,77	4,42	0,16
Valor Médio (%)	0,570	0,552	0,479
Desvio padrão	0,173	0,198	0,145
Coefficiente de variação (%)	30,35	35,86	30,27
Precipitação	206,20	568,70	435,70
Precipitação 10 dias antes	66,70	33,80	15,50

Fonte: Adaptado de Oliveira *et al.* (2012).

Relativo à distribuição do pixel que determina as classes do albedo, pode-se observar que, ao longo do período analisado, a faixa do albedo de 14–18% apresentou diminuição ao longo do período investigado, enquanto a classe de 18–23% teve aumento expressivo. Os valores médios do albedo, nas imagens de 1989, 2005 e 2007, revelaram aumento entre as imagens dos anos de 1989 e 2005. Esse aumento pode ser explicado pela

diminuição de áreas vegetadas, representadas pela classe de 14–18% e aumento do albedo provocado por áreas com maior exposição dos solos, que estariam associadas à classe de maiores valores (18–23%).

O menor coeficiente de variação (CV) foi observado para a imagem obtida em 1989, o que confirmou maior homogeneidade do albedo, em detrimento do que foi observado nas imagens obtidas em 2005 e 2007, que apresentaram menor



homogeneidade. Essa variação na homogeneidade entre os anos decorreu de ações antrópicas, como a multiplicidade do uso do solo e aumento da expansão territorial urbana. Houve brusca mudança de classe de  $T_{sup}$  entre 10 de julho de 1989 (18–23°C) e 29 de agosto de 2007 (23–30°C), e  $T_{sup}$  maior que 30°C nos centros urbanos das cidades de Pombos e Vitória de Santo Antão em 29 de agosto de 2007.

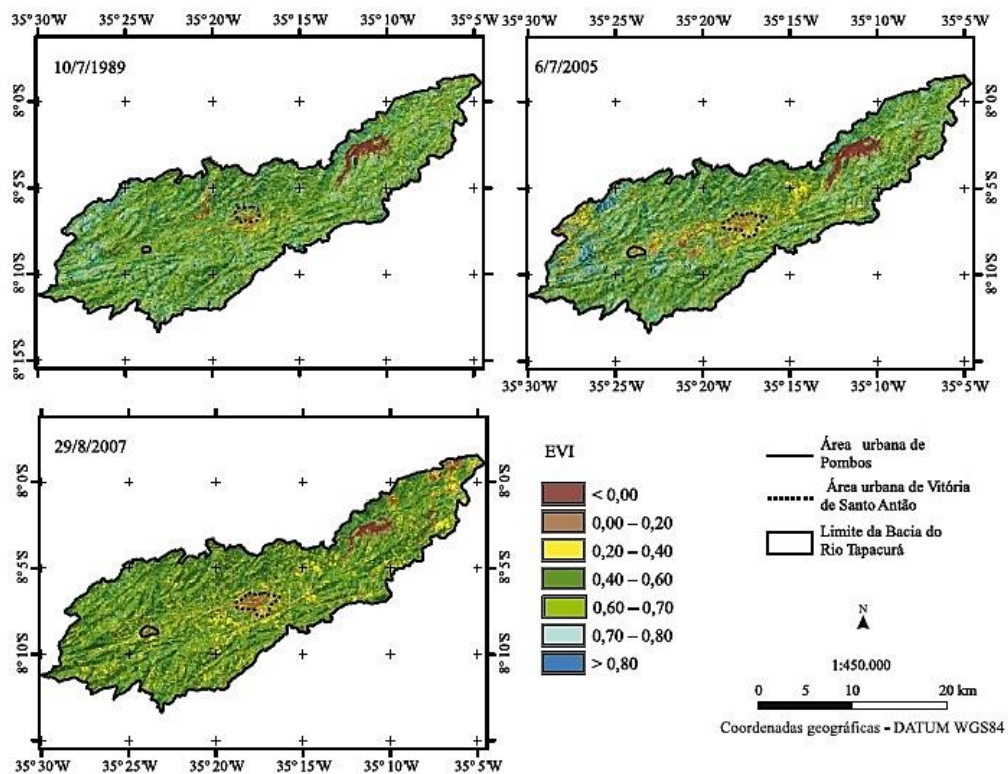
Essas alterações dos padrões da  $T_{sup}$  corroboraram as alterações nos padrões de albedo. Pela imagem de 6 de julho de 2005, praticamente toda a bacia hidrográfica apresentou temperatura da superfície menor que 21°C, exceto nas áreas urbanas (Pombos e Vitória de Santo Antão).

O suprimento hídrico no período favoreceu a diminuição da temperatura da superfície. Nas três imagens avaliadas, os maiores valores de  $T_{sup}$  foram encontrados dentro da malha urbana. Entre as imagens de 6 de julho de 2005 e 29 de agosto de 2007, foi bastante acentuada a contribuição percentual da distribuição do pixel na classe da  $T_{sup}$  de 18–21°C, que resulta do fator pluviometria, mas também da contribuição associada à radiação solar incidente, maior em 29 de agosto de 2007.

Houve, para esta imagem, aumento expressivo nas classes de maior temperatura, às dos anos anteriores. O aumento da  $T_{sup}$  média, observada

em 29 de agosto de 2007, foi consequência também da expansão urbana, o que aumentou seu desvio padrão e coeficiente de variação. O albedo da superfície e a  $T_{sup}$  apresentaram maior homogeneidade na imagem de 1989, comprovada pelo menor coeficiente de variação (CV) entre as três datas estudadas. Entretanto, a maior média da  $T_{sup}$  correspondeu à imagem do ano de 2007, e a maior média do albedo foi no ano de 2005.

Nas imagens de 10 de julho de 1989 e 6 de julho 2005, o  $EVI > 0,80$  esteve mais destacado entre as coordenadas 8°3'S e 35°12'W, região correspondente à área inundável do Reservatório Tapacurá. O contorno da referida área inundável apresentou maior abrangência na imagem do dia 6 de julho de 2005, em razão das maiores precipitações ocorridas entre junho e agosto. A imagem de 1989 mostrou maior valor médio de  $EVI$  (0,57), mesmo tendo apresentado a menor precipitação de junho até a data da imagem (206,2 mm). Nos dez dias antecedentes à imagem, esse ano apresentou maior índice pluviométrico do que os outros anos (66,7 mm) e, ainda, neste mesmo período de dez dias, somente em dois não ocorreram eventos chuvosos. Na imagem a seguir (Figura 03) pode ser visto a distribuição espacial do índice de vegetação melhorado ( $EVI$ ), estimado por meio da banda TM-Landsat 5, em 10 de julho 1989, 6 de julho 2005 e 29 de agosto de 2007, na região da Bacia do Rio Tapacurá, PE.



**Figura 3:** Índice de vegetação melhorado, em diferentes épocas do ano. **Fonte:** Adaptado de Oliveira *et al.* (2012).

#### 4. CONCLUSÃO

É fato que as mudanças antrópicas relativas às características naturais do solo influenciam em aspectos como a temperatura local e também na precipitação de determinada região. As imagens adquiridas e trabalhadas por Oliveira *et al.*, comprovaram uma expansão irregular da área habitada, onde o manancial local sofreu com as inadequadas alterações.

É imprescindível a existência de planejamento urbano e rural, onde o uso e ocupação do solo devem ser feitos de maneira adequada, com o auxílio da população do município. Tecnologias como o Sensoriamento Remoto e o georreferenciamento são úteis na prevenção de desastres naturais, na modelagem de sistemas ambientais e no planejamento urbano/rural, porém necessitando de um melhor aproveitamento por parte do poder público.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAZETTA, V. O status de realidade das fotografias aéreas verticais no contexto dos estudos geográficos. **Pro-Posições**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 71-86, set./dez. 2009.
- CUNHA, M. C. L; MONGUILHOTT, M; SALDANHA, D. L; GUASELLI, L. A; OLIVEIRA, G. Quantificação da dinâmica dos remanescentes florestais no município de Jaquirana, RS, em imagens de satélite. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 867-873, jul./ago. 2011.
- FUJACO, M. A. G; LEITE, M. G. P; MESSIAS, M. C. T. B. Análise multitemporal das mudanças no uso e ocupação do Parque Estadual do Itacolomi (MG) através de técnicas de geoprocessamento. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 63, n. 4, p. 695-701, out./dez. 2010.
- GUEDES, H. A. S; SILVA, D. D. Comparison between hydrographically conditioned digital elevation models in the morphometric characterization of watersheds. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 5, p. 932-943, Sept./Oct. 2012.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Centro de Sensoriamento Remoto. **Projetos de Monitoramento**. Disponível em: <<http://siscom.ibama.gov.br/sitecsr/>>. Acesso em: 01 abr. 2013.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres. **Projetos que utilizam imagens CBERS**. Disponível em: <[http://www.cbbers.inpe.br/links\\_uteis/projetos.php](http://www.cbbers.inpe.br/links_uteis/projetos.php)>. Acesso em: 01 abr. 2013.
- JACQUES, P. D; MACHADO, R; NUMMER; A. R. A comparison for a multiscale study of structural lineaments in southern Brazil: LANDSAT-7 ETM+ and shaded relief images from SRTM3-DEM. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, São Paulo, v. 84, n. 4, p. 931-942, Dec. 2012.
- LEITE, M. R; BRITO, J. L. S. Mapeamento morfoestrutural e morfoescultural na região de cerrado no Norte de Minas Gerais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 115-125, jan./abr. 2012.
- MASCARENHAS, L. M. A; FERREIRA, M. E; FERREIRA, L. G. Sensoriamento Remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: Análise da cobertura vegetal remanescente na bacia do Rio Araguaia. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 5-18, Apr. 2009.
- NASA – National Aeronautics and Space Administration. **The Landsat Program**. Disponível em: <<http://landsat.gsfc.nasa.gov/>>. Acesso em: 17 mar. 2013.
- OLIVEIRA, L. M. M; MONTENEGRO, S. M. G. L; ANTONINO, A. C. D; SILVA, B. B; MACHADO, C. C. C; GALVÍNCIO, J. D. Análise quantitativa de parâmetros biofísicos de bacia hidrográfica obtidos por sensoriamento remoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 47, n. 9, p. 1209-1217, set. 2012.
- OPREA, A; COUBART, J; BRIAND, D; BÂRSAN, N; WEIMAR, U; ROOIJ, N. F. Environmental monitoring with a multisensor platform on polyimide foil. **Sensors and Actuators B: Chemical**, USA, v. 171-172, p. 190-197, Aug./Sept. 2012.
- REIS, A. A; TEIXEIRA, M. D; ACERBI JÚNIOR, F. W; MELLO, J. M; LEITE, L. R; SILVA, S. T. Land use and occupation analysis of permanent preservation areas in Lavras County, MG. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 3, p. 300-308, May/June 2012.
- RODRIGUES, E. P; PINHEIRO, E. S. O desflorestamento ao longo da rodovia BR-174 (Manaus/AM - Boa Vista/RR). **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 513-528, set./dez. 2011.
- SALLUN, A. E. M; SUGUIO, K. Geoprocessamento na análise morfoestrutural da região entre Marília e Presidente Prudente (SP). **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 85-96, abr. 2009.
- SOARES, V. P; MOREIRA, A. A; RIBEIRO, C. A. A. S; GLERIANI, J. M; GRIPP JUNIOR, J. Mapeamento de áreas de preservação permanentes e identificação dos conflitos legais de uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão São Bartolomeu – MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 555-563, maio./jun. 2011.